

中间包镁质干式料的研究和应用

周云鹏¹ 刘兴平¹ 秦立¹ 柯昌明²

(1 中冶集团建筑研究总院工程材料研究院

2 武汉科技大学)

摘 要:以电熔镁砂为主要原料,采用固体有机结合剂和无机结合剂复合加入,加入适量的中温烧结剂,在较小的振动压力下,振动成型制备中间包干式料,试验表明:采用复合型结合剂 R+A, 细粉加入量为 30%时,干式料具有较好的综合强度。并成功的在首钢某钢厂试验使用,完全能满足该厂使用要求。

关键词:中间包 干式料 镁砂

中间包作为连铸工艺的重要组成部分,其作用主要表现在:储存钢水,保持钢水稳定流动、缓冲压力、使夹杂物上浮。中间包工作内衬的要求是:耐侵蚀、抗冲刷、保温好,不污染钢水,易于施工与脱包等。中间包工作衬从材质来说,以前大多是硅质材料,硅质材料属于酸性耐火材料,已不适应现在的碱性炼钢,所以现在多采用碱性耐火材料,以镁质材料为主。从施工方式来说,中间包的发展经历了绝热板,镁钙质和镁质涂料,到现在发展为干式振动料^[1]。绝热板使用寿命较低,安装时劳动强度较大;涂抹料和喷涂料目前普遍使用,具有使用寿命相对较长,不污染钢水等优点^[2]。但它在施工时需要加入 20%左右的水分,因而存在喷涂或搅拌设备维护复杂,工作衬养护时间长等不足,另外为了减少钢水吸氢,必须烘烤到 1100~1200℃并保温;中间包干式振动料具有施工简便、热效率高、渣壳清除率高、有利于中间包周转、使用寿命长、节能降耗等优点而倍受重视^[3]。本研究选择以电熔镁砂为主要原料,采用固体粉末酚醛树脂和无机盐类结合剂,试验了不同结合剂对材料性能的影响,成功开发了中间包镁质干式料,在并成功地应用于某炼钢厂连铸用中间包。

1 试验

1.1 材质的选择

连铸中间包内衬一般采用镁质原料,镁砂的主要矿物相为方镁石,杂质成分较低,硅酸

盐矿物成分含量低。方镁石具有较高的熔点(2800℃),抗钢水及碱性渣的侵蚀能力强, Mg^{2+} 和 O^{2+} 以离子键结合,晶体结构稳定,热膨胀系数大 $[(14\sim15)\times10^{-6}/^{\circ}C]$,并随着温度升高而增加,与中间包永久层高铝质浇注料膨胀系数差别大,使用后易与永久层分离,易于翻包。本实验采用电熔镁砂作为主要原料。

中间包干式料是非水系材料,结合剂的选择尤其重要,结合剂选用非水溶性固体结合剂,结合剂的选择应具备以下条件:材料在低温烘烤后充分固化,具有一定强度,保证烘烤脱模时,材料不会剥落坍塌,开始使用时能抵抗钢水的冲击;在高温下具有较高强度,并且不污染钢水,不降低材料性能。综合考虑各种结合剂的结合机理以及使用条件,我们选用固体有机结合剂 R 和无机盐 A, B。

2、试验过程

2.1 试验方法

本实验采用电熔镁砂作为主要原料,原料按多级配料,镁砂的粒度分布为 5~3mm, 3~1mm, 1~0mm, 200 目, 320 目,根据最紧密堆积的原理计算出各级原料的百分比,骨料与细粉的质量比为 (60~70):(40~30),结合剂采用固体有机结合剂 R 和无机盐 A, B 复合加入的方式,加入少量烧结剂。

原料按预定的配比进行配料,将每组称好的物料放入搅拌机中混练均匀后倒入 40mm×40mm×160mm 的三联模中在振动台上

振动成型,振动完毕后用手工轻轻捣打,将试样表面修理平整。将制备好的试样连同模具一起放入烘箱中在 250℃ 的温度下烘烤 12 小时,待冷却后脱模,然后在 1550℃×3h 烧成。按照国家相关检验标准检测试样的各项性能指标。

3. 结果与讨论

3.1 粒度组成

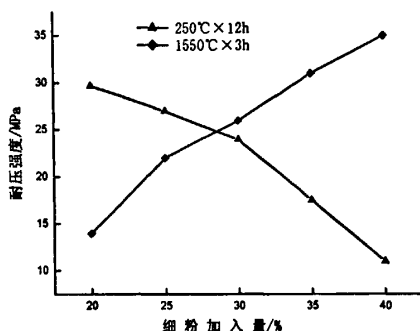


图1 细粉加入量对试样强度的影响

由图1可看出,颗粒多,细粉少时材料的烘干强度高,但高温强度低;材料的细粉含量过多时,它的常温强度低而高温强度高。这是因为细粉的加入量少,结合剂在细粉中的比例增大,结合剂固化后产生空间网状碳链结构比较连续,网络连接程度较高,因此常温强度较高,而高温烧成时,结合剂固化后在细粉中的比例较多,而由于细粉加入量少,材料的比表面积小,因此材料的烧结性能较差,高温强度较低。从图中可以看出细粉的加入量在30%左右时,干式料在常温和高温下有比较好的强度。综合考虑施工时的脱模强度以及材料的使用性能,细粉的加入量应控制在30%左右。

3.2 结合剂选择

干式料在 250℃ 左右的温度下烘烤后脱模,脱模后的包衬具有整体结构强度,不坍塌,不剥落和爆裂,这需要选用的结合剂在 250℃ 短时间烘烤后使材料充分固化。干式料常用的有机结合剂有固体酚醛树脂,常用的无机结合剂有聚磷酸盐、固体水玻璃、氯化镁、硼砂等。

本次试验采用有机结合剂 R 和无机结合剂 A, B 作为结合剂复合加入,加入量为 5%。

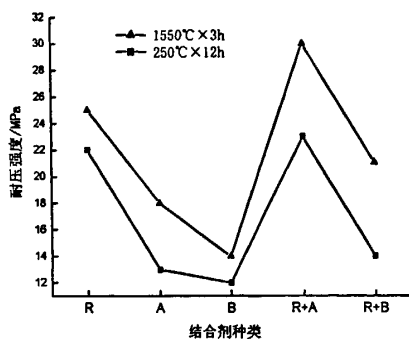


图2 不同种类结合剂对试样常温强度的影响

从图2中可以看出,以 R 以及 R+A 为结合剂的试样在 250℃ 烘烤 12 小时和 1500℃ 保温 3 小时处理后的强度较高,说明 R 和 A 复合添加具有良好的结合性。结合剂 R 的固化区间是 190℃~270℃,在 250℃ 处理后,结合剂 R+A 使试样充分固化,为试样提供足够的强度,保证顺利脱模。若试样常温强度太低,则在烘烤脱模时,容易发生塌包,剥落,爆裂等现象,因此单独使用结合剂 A 和 B 以及复合使用 R+B 不能满足使用要求。

固定其它条件不变,选用 R+A 复合结合剂,改变 R+A 的加入量,R+A 的加入量分别为 1%, 3%, 5%, 7%, 9% 时,试样的耐压强度变化如图3所示。

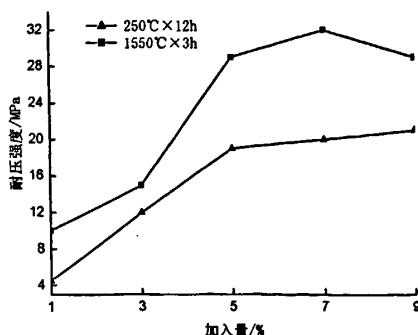


图3 结合剂 R+A 加入量对试样常温耐压强度的影响

从图 3 中可以看出,随着结合剂 R+A 加入量的增加,经过 250℃保温 12 小时和 1550℃保温 3 小时热处理后试样的强度呈逐渐升高的趋势,但加入量达到 5%以后,试样的强度升高不是很明显。因此结合剂 R+A 的最佳加入量为 5%。

4 研制的镁质中间包干式料的理化性能

根据以上试验,研制出中间包干式料的化学组成和性能指标如下表 1。

表 1 中间包镁质干式料理化性能

化学成份(%)	MgO	91.1
体积密度 (g/cm ³)	250℃×12h	2.35
	1550℃×3h	2.28
常温耐压强度 (MPa)	250℃×12h	22.5
	1550℃×3h	29.4
烧后线变化率 (%)	1500℃×3h	-0.96

5 生产与应用

根据以上研究按照试验选定配方生产 70 吨干式料,在首钢某钢厂连铸工段进行了现场使用。浇注钢种:硬线钢,钢包容量:90 吨,钢包钢水温度:1540~1580℃,中间包容重:12 吨,中间包钢水温度:1520~1540℃,中间包液位高度:700mm。

本次试验中间包平均使用寿命为 24.8 小

时。中间包达到浇钢时间后下线观察,发现料层整体比较完整,侵蚀较均匀,渣线部位侵蚀最小为 0mm,最大为 16mm,平均为 3.5mm,其它部位基本上完好。经实际使用表明研制的镁质干式料完全能满足该钢厂的使用要求。

6 结束语

原料选择合理的颗粒级配,细粉加入量在 30%时,选用合适的复合结合剂,成功研制中间包镁质干式料,完全能满足某钢厂的使用要求。

参考文献

- [1] 曹慧,译.中间包干性工作衬.国外耐火材料,1999,24(10):25-28
- [2] 吴武华,齐同瑞,何家美,等.连铸中间包涂料的发展趋势.鞍钢技术,2005,(4):16
- [3] 杜明玺.国内外连铸耐火材料的最新发展.国外耐火材料,1995,(2):6

周云鹏,男,工程师

单位:北京冶金建筑材料研究院

地址:北京市海淀区西土城路 33 号

电话:13911377096

E-mail:zhyp121@163.com

(上接 116 页)从以上四种不同配方样品组的热膨胀率曲线图看出,按比例使用特殊石墨和按一定比例添加 Al、Si 金属添加剂的低碳样品在 1600℃高温下的线膨胀率只有 1%左右的微膨胀,而不使用特殊石墨的样品在 1600℃高温下线膨胀率在 2%以上。

3 工业性使用情况和结果

通过石墨、金属添加剂加入量配比的影响试验,我们找出了原材料合理配比比例,使产品即有合理的微小膨胀,又不影响产品的耐剥落、抗渣蚀、抗氧化等性能指标,并根据试验数据确定了适合于精炼炉用的低碳微膨胀镁碳砖碳含量不同的配方 3 种 MG3R、MG7R、MG8R,该 3 种配方产品经在日本 JFE 水岛制铁所 RH 上部槽使用由原来的使用次数 1600 次左右提高到 2352 次,浸渍管由原来的使用 50~60 次提高到 100 次,产品得到了用户的肯定和满意,该产品从 2002 年试验开始到目前已累计订货量达到 7600 多吨,使本公司增加出口创汇 370 多万美元,取得了良好的经济效益。